MINISTERE DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE

Administration **G**énérale de l'**E**nseignement et de la **R**echerche **S**cientifique

Service général des Affaires pédagogiques et du Pilotage
du réseau d'Enseignement organisé par la Communauté française

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DE PLEIN EXERCICE

HUMANITES PROFESSIONNELLES ET TECHNIQUES

ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

7e année de type B qualifiante
7e année de type B complémentaire
7e année de type B (ancien répertoire)
7e année de type C

FORMATION COMMUNE : FORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

PROGRAMME D'ETUDES DU COURS :

D'EDUCATION SCIENTIFIQUE

334/2007/249

AVERTISSEMENT

Le présent programme est d'application à partir de l'année scolaire 2007-2008 en 7e année secondaire professionnelle de type C et de type B (qu'elle soit qualifiante ou complémentaire ou qu'elle relève de l'ancien répertoire).
Il abroge et remplace le programme 334P/2006/249 auquel il est identique. Le programme 334P/2006/249 avait été approuvé à titre provisoire dans l'attente de l'avis favorable de la Commission des programmes pour les humanités professionnelles et techniques. Cet avis favorable étant intervenu, le programme repris ci-après (334/2007/249) a reçu l'approbation ministérielle à titre définitif.

Ce programme figure sur RESTODE, serveur pédagogique de l'enseignement organisé par le Communauté française
Adresse : http://www.restode.cfwb.be

Il peut en outre être imprimé au format PDF.

TABLE DES MATIÈRES

A. Introduction……………………………………………………………….. 1
B. Thèmes proposés………………………………………………………... 2
C. Compétences à développer…………………………………………….. 2
D. Situations d'apprentissage et mise en situation………………………… 3
D.1. Biologie…………………………………………………………………… 3
D.2. Chimie…………………………………………………………………….. 4
D.3. Physique………………………………………………………………….. 5

Contenus notionnels :
Biologie. Thème 1. La reproduction humaine : transmettre la vie……….. 8
Biologie. Thème 2. La reproduction humaine : parenté responsable……. 10
Biologie. Thème 3. La reproduction humaine : les maladies sexuellement transmissibles………………………………………………………… 13
Chimie. Thème 1. L'utilisation rationnelle des produits chimiques à usage domestique……………………………………………………….. 15
Chimie. Thème 2. L'effet de serre…………………………………………… 19
Chimie. Thème 3. La déplétion de la couche d'ozone…………………….. 22
Physique. Thème 1. Les ondes……………………………………………… 26
Physique. Thème 2. Les ondes électromagnétiques………………………. 27
Physique. Thème 3. L'univers………………………………………………. 28

Adresses utiles………………………………………………………………. 29

A. INTRODUCTION

La formation scientifique dispensée dans l'enseignement professionnel est forcément limitée, d'une part en égard au volume horaire qui lui est consacré dans le cursus des études, d'autre part compte tenu de la multiplicité des options auxquelles elle s'adresse. En conséquence, aux deuxième et troisième degrés, cette formation s'est fixée pour objectif de faire acquérir des notions de base et des concepts fondamentaux dans les domaines de la biologie, de la chimie et de la physique. Ainsi les cours de sciences ont-ils revêtu davantage la forme d'une vulgarisation scientifique de bon aloi que celle d'une formation scientifique préparant à des études supérieures à caractère scientifique. Ils se sont attachés à la compréhension des principes plutôt qu'au formalisme, aux généralités plutôt qu'aux détails. C'est finalement à l'acquisition d'une culture scientifique qu'ils ont visé.

Les notions, les concepts et les principes qui ont été abordés jusqu'ici doivent permettre aux élèves parvenus au terme des humanités professionnelles de disposer de références scientifiques leur permettant de comprendre et d'évaluer avec pertinence les grandes questions qui font débat aujourd'hui et à propos desquelles la science peut apporter un éclairage utile. E cette fin, il est nécessaire que les apprentissages favorisent l'acquisition de compétences et d'attitudes qui attestent d'un mode de raisonnement adéquat et rationnel : la compréhension des rapports entre la science, la technologie et l'Homme, l'ouverture d'esprit et le sens critique, la curiosité intellectuelle. Ces qualités trouveront à s'exercer à travers une première approche de quelques thèmes en rapport avec des préoccupations sociétales actuelles. C'est dans cette optique qu'a été conçu le programme de 7ème année.

Pour chacune des disciplines, trois thèmes sont proposés. Certains thèmes constituent différentes facettes d'un même sujet (cf. la partie biologie). Lorsque le cours comporte une période hebdomadaire réservée aux sciences, un thème sera envisagé dans chacune des disciplines. Lorsque le volet « sciences » bénéficie de deux périodes hebdomadaires, deux thèmes seront traités dans chacune des disciplines. Pour optimaliser la gestion du temps, chacun des thèmes représente un volume horaire d'environ 8 périodes. Cette restriction impose de limiter le traitement du sujet à une approche assez générale. Le cas échéant, l'accent sera mis sur les aspects plus en rapport avec l'actualité, en particulier lorsqu'il s'agit de questions qui font l'objet d'un débat de société.

Le choix des thèmes est libre. La seule contrainte est que chacune des trois disciplines soit représentée.

Le professeur s'efforcera de traiter le sujet sur un mode inductif, en recourant autant que possible à l'expérimentation, en soumettant aux élèves des documents qu'ils analyseront et interpréteront sous sa guidance. Il convient avant tout de stimuler l'intérêt et la motivation des élèves, en évitant un mode d'enseignement frontal, du type « cours ex cathedra ».

B. THÈMES PROPOSÉS

Le tableau ci-dessous présente de manière synoptique les différents thèmes développés dans le programme.

	THEME 1	THEME 2	THEME 3
BIOLOGIE	La reproduction humaine : transmettre la vie	La reproduction humaine : La parenté responsable	La reproduction humaine : les maladies sexuellement transmissibles (MST)
CHIMIE	L'utilisation rationnelle des produits chimiques à usage domestique	L'effet de serre	La déplétion de la couche d'ozone stratosphérique
PHYSIQUE	Les ondes mécaniques	Les ondes électromagnétiques	L'univers

C. COMPÉTENCES À DÉVELOPPER

Comme il a été mentionné dans l'introduction, l'objectif majeur du programme sur le plan des compétences est l'acquisition d'un comportement citoyen informé et responsable. En d'autres termes, il s'agit de faire acquérir à l'élève des connaissances, des compétences et des attitudes qui lui permettront de décoder, d'analyser et d'interpréter correctement les informations relatives à une situation-

problème donnée, afin d'en faire une évaluation la plus objective possible, avant de se forger une opinion et de prendre position.

Les ressources nécessaires sont celles qui permettront à l'élève de se situer par rapport à l'environnement (physique et humain), par rapport aux technologies et aux sciences. Sans prétention d'exhaustivité, on citera :

- la compréhension des équilibres naturels par le biais d'une approche pluridisciplinaire ;
- la reconnaissance de l'impact des activités humaines sur la dynamiques et l'équilibre des écosystèmes ;
- la reconnaissance de l'influence (positive ou négative) des développements technologiques sur notre mode de vie ;
- l'aptitude à rechercher l'information et à en évaluer de manière critique la fiabilité ;
- la capacité à opérer un raisonnement logique en utilisant une démarche scientifique ;
- la capacité à fonder ses choix sur des critères objectifs et non sur des préjugés ou des a priori ;
- l'aptitude à défendre son point de vue en recourant à des arguments pertinents et en faisant preuve d'ouverture d'esprit à l'égard d'opinions différentes.

D. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE ET MISE EN SITUATION

D.1. BIOLOGIE

Les trois thèmes proposés se situent dans le cadre général de « La reproduction humaine ». Au deuxième degré, trois grandes fonctions physiologiques ont été envisagées : la digestion, la respiration et la circulation. La reproduction humaine n'a pas été abordée, alors qu'il s'agit d'un sujet qui, par nombre de ses aspects, soulève des questions qui intéressent et concernent les jeunes gens au même titre que leurs aînés. La fonction de reproduction et les aspects sociaux, éthiques et de santé publique qu'elle véhicule seront abordés dans les trois thèmes du programme. La mise en situation pourra s'opérer de manière variée. Par exemple :

- en soumettant aux élèves des documents qui interpellent et qui, par la discussion qu'ils suscitent, appellent un approfondissement : articles de presse, articles de revues scientifiques, documents audio-visuels (émissions scientifiques, débats télévisés, interview d'une personnalité…) ;
- en interrogeant les élèves sur leur degré d'information et sur leurs représentations initiales de notions et de concepts qui seront abordés dans le thème (contraception, IVG, thérapies géniques, MST, parent responsable…).

D.2. CHIMIE

Le premier thème abordé est en rapport immédiat avec la vie quotidienne. En effet, tout citoyen, quelle que soit sa formation initiale, est amené à manipuler des produits chimiques au cours de ses activités domestiques : eau de Javel pour désinfecter et désodoriser, déboucheur pour canalisations sanitaires, agent de détartrage pour les percolateurs à café, esprit de sel pour dérouiller les métaux, solvants organiques pour diluer les peintures et les vernis, détachant pour enlever les taches de graisse, solvant pour vernis à ongles… Tous ces produits présentent des risques et doivent être utilisés de manière appropriée. Pour cela, il faut être informé à propos de leur nature, de leurs propriétés, de leur mode d'emploi et des précautions à prendre lors de leur utilisation.

La mise en situation pourra se faire :

- en décodant les indications figurant sur les étiquettes de produits commerciaux (nature du produit, composition, affectation du produit, mode d'emploi, dangers et précautions d'utilisation) ;
- en faisant référence à des situations vécues et/ou en soumettant aux élèves des cas pratiques ;
- par la réalisation d'expériences par le professeur, afin d'amener les élèves à répondre à des questions d'ordre pratique, telles que : Pourquoi ne faut-il pas verser un acide dans de l'eau de Javel ? Pourquoi ne faut-il pas manipuler de l'esprit de sel en portant des vêtements en nylon ? Pourquoi ne faut-il pas utiliser des solvants organiques (acétone, white spirit) dans un local non

ventilé ? Pourquoi les produits organiques doivent-ils généralement être utilisés loin d'une source de chaleur ?

Les thèmes 2 et 3 sont le plus souvent traités dans le cadre d'un cours de biologie consacré à l'environnement. S'ils sont repris comme thèmes en chimie, c'est que les aspects plus spécifiquement « chimiques » de l'effet de serre et de la déplétion de la couche d'ozone stratosphérique ne sont souvent qu'évoqués et parfois même complètement ignorés. La mise en situation trouvera facilement son ancrage dans les média. Relayant les inquiétudes des scientifiques, ceux-ci évoquent de manière récurrente les menaces que font peser sur la planète le réchauffement global (fonte des glaces, hausse du niveau des océans et des mers, bouleversements climatiques…) et la raréfaction progressive de la couche d'ozone stratosphérique (augmentation du risque de cancers cutanés, perturbations des écosystèmes terrestres et marins, modification des courants de convection aériens et marins…). Les principales causes de ces altérations de notre environnement son identifiées : production de gaz à effet de serre lors de la combustion des matières organiques (en premier lieu, les carburants issus de la distillation du pétrole), destruction de l'ozone de la haute atmosphère par les oxydes par les gaz propulseurs des aérosols ou CFC.

D.3. PHYSIQUE

- **Les ondes électromagnétiques**

Des expériences de réflexion d'ondes se propageant à la surface de l'eau sur des miroirs plan et concave puis des expériences similaires en optique (géométrique) permettent d'émettre l'hypothèse que la lumière se comporte comme une onde. L'observation d'une diffraction à la surface de l'eau puis de la diffraction de la lumière laser au travers d'une fente ou d'un réseau en transmission (simple à expliquer à ce stade) renforcera cette idée. Le professeur réalisera alors une expérience de diffraction en lumière blanche (par exemple en utilisant un projecteur de diapositive comme source puissante, une fente étroite est placée à la place de la diapositive et le projecteur est réglé pour obtenir l'image de la fente sur l'écran, le réseau est placé

devant l'objectif). La question qui se pose à la classe est alors de comprendre d'où viennent les couleurs observées. Les discussions devront conduire à l'hypothèse qu'il y a des diffractions différentes pour les différentes couleurs qui composent la lumière blanche. Les couleurs seront alors associées à des ondes différant par leur longueur d'onde (ou leur fréquence).

Le professeur présentera alors un CD et il faudra expliquer pourquoi les couleurs de l'arc-en-ciel y sont observées. Il faudra finalement amener les élèves à formuler l'idée qu'il y a, ici aussi, un phénomène de diffraction et à concevoir une expérience permettant de valider cette hypothèse (NB : utiliser d'abord un pointeur laser puis la source de lumière blanche). Le professeur présentera alors de CD comme un réseau en réflexion et montrera (utiliser) un réseau en transmission.

D'autres phénomènes observés dans la vie courante peuvent également servir de sujet d'étude dans le cadre du cours d'optique (irisations à la surface d'une flaque d'eau ou d'une bulle de savon, diffraction au travers de rideaux).

- **L'univers**

Travail de recherche sur Internet concernant les exoplanètes.

Le professeur fournira une liste de questions et l'adresse d'un site (voir ci-après) où les élèves pourront trouver les réponses à ces questions. Ils devront structurer leur production écrite. La partie recherche de ce travail ne doit pas excéder une période de cours. Elle peut éventuellement être scindée et répartie entre plusieurs groupes.

Exemples de questions :

- Quelle est la différence entre une « planète » et une « exoplanète » ?
- Quelle(s) différence(s) y a-t-il entre une (exo)planète et une étoile ?
- Les points lumineux observés dans le ciel nocturne sont-ils des exoplanètes ? Justifiez la réponse.
- Quand a-t-on découvert les premières exoplanètes ?
- Combien d'exoplanètes a-t-on découvert jusqu'à présent ?
- A combien estime-t-on le nombre d'exoplanètes dans notre galaxie ?

- Expliquez brièvement la méthode de transit . Permet-elle de détecter toutes les exoplanètes ? Pourquoi ?
- Pourquoi est-il si difficile d'observer (et de photographier) directement une exoplanète ?
- A-t-on déjà pu photographier une exoplanète ?
- Le site Internet où vous avez recherché vos informations est-il fiable ? Comment pouvez-vous vous en assurer (en dehors du fait qu'il vous a été renseigné par le professeur) ?
- …

Adresse Internet fournie (Observatoire de Paris-Meudon) :

http://media4.obspm.fr/exoplanetes/

CONTENUS NOTIONNELS

BIOLOGIE

THEME 1

La reproduction humaine : Transmettre la vie

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Anatomie de l'appareil reproducteur de l'homme et de la femme**	Testicule – scrotum (bourses) – épididyme – canal déférent – vésicule séminale – prostate – urètre – pénis – prépuce – gland – corps caverneux et spongieux. Ovaire – pavillon – trompe de FALLOPE – utérus – col de l'utérus – vagin – grandes lèvres et petites lèvres – hymen – clitoris – endomètre.	L'anatomie des appareils reproducteurs pourra être abordée à partir des représentations des élèves. Le schéma d'une de ces représentations pourra être dessiné au tableau et servir de base à la « construction » de l'appareil ♀ et ♂.
• **Cellules reproductrices : formation et structure.**	Gamète – spermatozoïde – tube séminifère – testicule – puberté – testostérone – formation continue – tête – noyau – acrosome – pièce intermédiaire – flagelle – 23 chromosomes. Ovule (ovocyte) – ovaire – follicule – follicule de DE GRAAF – ovulation – vie embryonnaire – puberté – fécondation (fin de la transformation) – 23 chromosomes – ménopause.	Base du cours : divers documents ou matériel frais : dissection d'un testicule de mouton par exemple (abattoir). La gamétogenèse est abordée de façon simplifiée : évoquer simplement la réduction du nombre de chromosomes (46→23 chromosomes).

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Cycles menstruel et utérin de la femme.**	28 jours – règles – ovulation – œstrogènes – corps jaune – progestérone – chute du taux hormonal en fin de cycle. Endomètre – épaississement – vascularisation.	Faire émerger les représentations des élèves – Graphiques des taux hormonaux – Documents variés
• **Fécondation : union du spermatozoïde et de l'ovule.**	Zygote – tiers supérieur de la trompe – blocage de la polyspermie – appariement des chromosomes du père et de la mère – 46 chromosomes – jumeaux – faux jumeaux.	Situation-problème à propos des vrais et des faux jumeaux.
• **Principales étapes du développement embryonnaire et fœtal – Organogénèse – Annexes embryonnaires et leurs rôles.**	Divisions cellulaires – siamois – nidation – hormone chorionique (test de grossesse) – maintien du corps jaune et des taux hormonaux – poche des eaux – liquide amniotique (ponction amniotique) – placenta – échanges mère-enfant (dioxygène, dioxyde de carbone, nutriments, sels minéraux, vitamines, déchets métaboliques, drogues, médicaments, virus) – fœtus.	Projection de films/vidéos – Photos. Matériel frais si possible (placent ?). Conférences ou articles sur les dangers de l'alcool, de la nicotine, des médicaments (Thalidomide), problèmes liés à la rubéole, à la toxoplasmose…
• **Accouchement : principales étapes de l'accouchement et lactation.**	Oestrogènes – prostaglandines – ocytocine – muscles utérins – contractions – dilatation du col – expulsion – délivrance – diminution du taux sanguin de progestérone – prolactine – glande mammaire – colostrum.	Projection de films/vidéos. Bienfaits de l'allaitement.

THEME 2

La reproduction humaine : Parenté responsable

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Anatomie de l'appareil reproducteur de l'homme et de la femme**	Testicule – scrotum (bourses) – épididyme – canal déférent – vésicule séminale – prostate – urètre – pénis – prépuce – gland – corps caverneux et spongieux. Ovaire – pavillon – trompe de FALLOPE – utérus – col de l'utérus – vagin – grandes lèvres et petites lèvres – hymen – clitoris – endomètre.	Voir commentaires formulés pour le THEME 1.
• **Cellules reproductrices : formation et structure.**	Gamète – spermatozoïde – tube séminifère – testicule – puberté – testostérone – formation continue – tête –acrosome – pièce intermédiaire – flagelle – 23 chromosomes. Ovule (ovocyte) – ovaire – follicule – follicule de DE GRAAF – ovulation – vie embryonnaire – puberté – fécondation (fin de la transformation) – 23 chromosomes – ménopause.	Idem.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Cycles menstruel et utérin de la femme.**	28 jours – règles – ovulation – œstrogènes – corps jaune – progestérone – chute du taux hormonal en fin de cycle. Endomètre – épaississement – vascularisation.	Idem.
• **Fécondation : union du spermatozoïde et de l'ovule.**	Zygote – tiers supérieur de la trompe – blocage de la polyspermie – appariement des chromosomes du père et de la mère – 46 chromosomes – jumeaux – faux jumeaux.	Idem.
• **Méthodes contraceptives : description et modes d'action.**	Préservatif (protège contre les MST) – ligature des canaux déférents – préservatif féminin – agents spermicides – stérilet – pilule anticonceptionnelle (œstrogènes, progestérone en dosages variables, minipilule) – ligature des trompes – méthodes naturelles – abstinence – coït interrompu – température et glaire cervicale – efficacité.	Dans la mesure du possible, visite dans un centre de planning familial – présentation et comparaison (efficacité, avantages, inconvénients) de différents moyens contraceptifs (diaphragme, stérilet, tablette de pilules, préservatifs ♂ et ♀…).
• **Méthodes abortives : description, fonctionnement et aspects psychologiques.**	Avortement spontané (fausse couche) – avortement provoqué (interruption volontaire de grossesse ou IVG) – pilule abortive RU486 – planning familial.	Dans la mesure du possible, visite dans un centre de planning familial, entretien avec psychologues et/ou médecins.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Techniques modernes et reproduction humaine : les découvertes scientifiques et technologiques récentes permettant d'apporter des solutions aux problèmes du couple en matière de procréation :** ◦ **surveillance de la grossesse ;** ◦ **diagnostic prénatal ;** ◦ **infertilité masculine (causes et traitements) ;** ◦ **infertilité féminine (causes et traitements) ;** ◦ **procréation médicalement assistée (techniques utilisées).**	Amniocentèse – biopsie des villosités chorioniques – analyse génétique (caryotype) – anomalies génétiques – échographie – fécondation in vitro – traitement hormonal – superovulation – transfert intratubaire de gamètes (GIFT) – transfert intratubaire d'embryons (ZIFT).	Idem.

THEME 3

La reproduction humaine : Les maladies sexuellement transmissibles (MST)

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Anatomie de l'appareil reproducteur de l'homme et de la femme**	Testicule – scrotum (bourses) – épididyme – canal déférent – vésicule séminale – prostate – urètre – pénis – prépuce – gland – corps caverneux et spongieux. Ovaire – pavillon – trompe de FALLOPE – utérus – col de l'utérus – vagin – grandes lèvres et petites lèvres – hymen – clitoris – endomètre.	Voir commentaires formulés pour le THEME 1.
• **Cellules reproductrices : formation et structure.**	Gamète – spermatozoïde – tube séminifère – testicule – puberté – testostérone – formation continue – tête –acrosome – pièce intermédiaire – flagelle – 23 chromosomes. Ovule (ovocyte) – ovaire – follicule – follicule de DE GRAAF – ovulation – vie embryonnaire – puberté – fécondation (fin de la transformation) – 23 chromosomes – ménopause.	Idem.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Cycles menstruel et utérin de la femme.**	28 jours – règles – ovulation – œstrogènes – corps jaune – progestérone – chute du taux hormonal en fin de cycle. Endomètre – épaississement – vascularisation.	Idem.
• **Fécondation : union du spermatozoïde et de l'ovule.**	Zygote – tiers supérieur de la trompe – blocage de la polyspermie – appariement des chromosomes du père et de la mère – 46 chromosomes – jumeaux – faux jumeaux.	Idem.
• **Maladies sexuellement transmissibles : agents infectieux, symptômes, effets, traitements, prophylaxie et moyens de protection.**	Hépatite B – vaccin – syphilis – tréponème – chlamydia – gonorrhée – Sida – VIH – séropositivité – trithérapie – préservatif.	Informations utiles à propos des MST sur le site Internet http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/mst/mst.htm

CHIMIE

THEME 1

L'utilisation rationnelle des produits chimiques à usage domestique

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **L'eau de Javel**	Par qui l'eau de Javel a-t-elle été mise au point ? A quelle époque et pour quel(s) motif(s) ? Quelle est l'origine de l'appellation « eau de Javel » ? Composition de l'eau de Javel : solution d'hypochlorite de sodium, NaClO, et de chlorure de sodium, NaCl, dont la concentration est comprise entre 0,5 et 1,5 mol L^{-1} (Javel « concentrée »), soit entre 35,5 et 105 g de Cl_2 par litre. Le *degré chlorométrique* (D) d'une eau de Javel : volume de dichlore gazeux, Cl_2(g), que peut libérer la décomposition complète d'un litre d'eau de Javel traitée par un acide dans les conditions normales de température et de pression (CNTP), soit 0°C, 1013 hPa. NB : 1 mol de Cl_2(g) représente 22,4 L. Le degré chlorométrique d'une eau de Javel, D, est compris entre 12 et 35°. Utilisation domestique de l'eau de Javel : agent désinfectant, désodorisant (neutralise l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène) et décolorant (agent de blanchiment) des matières organiques, en raison de la présence de chlore, Cl_2, à l'état dissous. Les solutions d'eau de Javel s'altèrent au cours du temps par décomposition de l'hypochlorite de sodium (dismutation) et libération de dioxygène : $2NaClO(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + O_2(g)$ Précaution d'emploi : risques liés à la présence en solution et au dégagement de chlore (irritant pour les muqueuses – toxique par inhalation). **Ne pas mettre de l'eau de Javel en présence d'un acide :** celui-ci provoque une libération massive de chlore (cf. expérience décrite ci-contre). L'eau de Javel doit être conservée à l'abri de la chaleur et de la lumière Risques pour l'environnement : action destructrice du chlore sur la faune et la flore lors du rejet d'eau de Javel dans l'environnement.	Faire rechercher ces informations par les élèves. Site donnant des informations utiles : http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_de_Javel analyser l'étiquette d'un conditionnement d'eau de Javel (nature, usages, mode d'emploi, risques et précautions d'utilisation). rappeler la notion de volume molaire d'un gaz, V_{M1} soit le volume occupé par 1 mol de gaz. Aux $CNTP_1$ V_M = 22,4 L mol^{-1}. Faire calculer le degré chlorométrique d'une eau de Javel dont la teneur en chlore est donnée (en g L^{-1} ou en % en masse). ***Expériences à réaliser sous hotte*** : a) Ajouter lentement un acide dilué (HCl dilué) à de l'eau de Javel et observer le dégagement de dichlore gazeux, Cl_2(g), gaz de couleur jaune verdâtre plus dense que l'air. Equation-bilan : $NaClO(aq)+2HC(aq) \rightarrow NACl(aq) + Cl2(g) + H_2O(l)$ b) Ajouter un colorant organique (teinture de tournesol ou jus de chou-rouge, par exemple) à l'eau de Javel pour constater ses propriétés décolorantes.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **L'esprit de sel.**	Par qui l'esprit de sel a-t-il été préparé et à quelle époque ? Quelle est l'origine de l'appellation « esprit de sel » ? L'esprit de sel est une solution concentrée (environ 30% en masse, soit ± 8 mol L^{-1}) d'acide chlorhydrique, HCl(aq), de qualité « technique » (c.-à-d. non chimiquement pur). La solution concentrée est « fumante » (HCl gazeux qui s'échappe de la solution concentrée se dissout dans la vapeur d'eau atmosphérique et forme un « nuage » de vapeur). <u>Utilisation domestique de l'esprit de sel (dilué)</u> ◦ décapage des métaux : élimination de la couche d'oxyde et/ou de carbonate formée par action de l'atmosphère (O_2 et CO_2) sur le métal ; ◦ détartrage des appareils et des canalisations obstruées par le calcaire ; ◦ nettoyage des surfaces ternies par des dépôts calcaires, élimination des résidus de ciment. **<u>NB</u> : ne pas utiliser ces méthodes pour des appareils électroménagers ! ! ! (Risques de détérioration du matériel et de formation de sels toxiques).** Précautions d'utilisation : L'esprit de sel étant irritant pour la peau et les muqueuses et toxique par inhalation, il convient, lors de sa manipulation : ◦ d'éviter de travailler avec une solution concentrée ; ◦ de travailler dans un lieu bien ventilé ; ◦ de porter des gants et des lunettes et de ne pas porter de vêtements en nylon (le nylon se dissout dans HCl concentré !) ; ◦ de rincer abondamment à l'eau les objets ou les surfaces traités ; ◦ de stocker le produit à l'abri de la chaleur et de la lumière.	Faire rechercher ces informations par les élèves. Analyser l'étiquette d'un flacon d'esprit de sel (nature, usages, mode d'emploi, risques et précautions d'utilisation). Expériences à réaliser sous hotte Démontrer expérimentalement les propriétés chimiques de l'acide chlorhydrique : action sur les indicateurs colorés (caractère acide), sur les métaux, sur les oxydes métalliques (rouille), sur certains sels (carbonate de calcium ou calcaire, $CaCO_3$(s), carbonate de cuivre (II), $CuCO_3$(s) ou vert de gris). a) Introduire un clou rouillé dans une solution diluée d'esprit de sel (dilution : 1/5 de la solution commerciale). Observer le résultat. b) Introduire une pièce de cuivre oxydée (CuO) ou couverte de vert de gris ($CuCO_3$) dans la solution diluée d'esprit de sel. Observer le résultat. c) Montrer que contrairement au fer, le cuivre décapé ne réagit pas avec HCl(aq). d) Introduire un morceau de calcaire, $CaCO_3$, (marbre) dans la solution diluée d'esprit de sel. Observer le résultat. e) Introduire un fragment de tissu en nylon dans de l'esprit de sel <u>concentré</u>. Observer le résultat.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **La soude caustique.**	Pourquoi ce produit (en fait, l'hydroxyde de sodium) est-il qualifié de soude « caustique » ? S'agit-il du même produit que celui que l'on connaît sous l'appellation commerciale de « soude SOLVAY » ? La soude caustique est l'hydroxyde de sodium, $NaOH(s)$. Elle se présente sous la forme d'un solide blanc (granulés ou paillettes). En vue de son utilisation comme déboucheur de canalisations (sanitaires), elle est vendue sous la forme d'une solution concentrée, appelée *lessive de soude*, dont la concentration peut atteindre 50% en masse. <u>Utilisation domestique de la soude caustique</u> ◦ débouchage des conduits d'eaux usées (siphons d'éviers, sanitaires, égouts…) par dissolution des graisses et dénaturation des matières organiques (protéines) ; ◦ dégraissage industriel (la soude caustique est un agent dégraissant énergétique et doit être réservé à des usages limités). **<u>NB</u> : ne pas utiliser ces méthodes pour des appareils électroménagers ! ! ! (Risques de détérioration du matériel et de formation de sels toxiques).** <u>Précautions d'utilisation</u> : La soude caustique étant très irritante pour la peau et les muqueuses (elle provoque de graves brûlures), il convient, lors de sa manipulation : ◦ d'éviter, dans toute la mesure du possible, de travailler avec le solide ; ◦ de porter des gants et des lunettes ; ◦ de rincer abondamment à l'eau les objets ou les surfaces traités. **<u>Remarque</u> : L'hydroxyde de potassium, KOH(s), ou « potasse caustique », possède les mêmes propriétés et les mêmes usages que la soude caustique. Les précautions d'utilisation sont identiques.**	Faire rechercher ces informations par les élèves. Analyser l'étiquette d'un conditionnement de soude caustique vendue comme déboucheur (nature, usages, mode d'emploi, risques et précautions d'utilisation). Expériences à réaliser sous hotte a) Démontrer expérimentalement les propriétés chimiques de la soude caustique : action sur les indicateurs colorés en solution (caractère basique), action de $NaOH(aq)$ sur les métaux (poudre de zinc ou d'aluminium) et sur certains sels : - A l'état solide : action de $NaOH(s)$ sur le chlorure d'ammonium, $NH_4Cl(s)$, → dégagement d'ammoniac $NH_3(g)$; - En solution : action de $NaOH(aq)$ sur une solution de sulfate de cuivre (II), $CuSO_4(aq)$, → précipitation de $Cu(OH)_2$ bleu. b) Verser quelques mL de la solution concentrée de soude (déboucheur)dans un tube à essais ; ajouter un petit fragment de graisse (un morceau de beurre, par ex.). Agiter régulièrement. Observer le résultat après quelques minutes. c) Laisser séjourner des cheveux dans une lessive de soude (déboucheur) pendant quelques heures. Observer le résultat.

<table>
<tr><th>NOTIONS</th><th>MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS</th><th>REMARQUES / COMMENTAIRES</th></tr>
<tr><td>• Les solvants organiques.</td><td>Expliquer les termes « solvant » et « organique » ?

La dénomination « solvants organiques » désigne un ensemble d'hydrocarbures (HC) composés principalement de C, H, O et Cl, utilisés pour leurs propriétés dissolvantes vis-à-vis de substances qui sont insolubles dans l'eau (huiles, graisses, peintures, vernis…).

<u>Nature et usage des principaux solvants organiques</u> :

<table>
<tr><th>Nom</th><th>Formule</th><th>Usages</th></tr>
<tr><td>Acétone</td><td>CH_3-CO-CH_3</td><td>Solvant du vernis à ongles.</td></tr>
<tr><td>Tétrachlorure de carbone</td><td>CCl_4</td><td>Dégraissant.</td></tr>
<tr><td>Trichloréthylène</td><td>$CHCl = CCl_2$</td><td>Dégraissant – Nettoyage à sec.</td></tr>
<tr><td>Perchloréthylène</td><td>$CCl_2 = CCl_2$</td><td>Nettoyage à sec</td></tr>
<tr><td>White spirit</td><td rowspan="3">Mélanges d'HC aliphatiques et aromatiques en proportions variables.</td><td rowspan="3">Diluants
pour peintures et vernis.
Nettoyage des pinceaux et élimination des taches de peinture ou de vernis.</td></tr>
<tr><td>Thinner</td></tr>
<tr><td>Ether de pétrole</td></tr>
</table>

<u>Précautions d'utilisation</u> :
Tous les solvants organiques présentent des risques (toxicité, inflammabilité) et sont volatils. Lors de leur utilisation, il convient :
◦ d'éviter tout contact du produit avec la peau et les muqueuses ;
◦ de porter des gants, des lunettes et un masque approprié ;
◦ de travailler à l'extérieur ou dans un endroit bien ventilé ;
◦ de ne pas travailler à proximité d'une source de chaleur ;
◦ de stocker le produit à l'abri de la lumière et de la chaleur.

<u>Remarques</u> : En aucun cas, il ne faut utiliser du benzène. Ce solvant aromatique est un composé éminemment toxique (cancérigène) dont l'utilisation est strictement <u>INTERDITE</u> dans les laboratoires scolaires.
Le sulfure de carbone (CS_2), toxique et hautement inflammable, est également un produit dont l'utilisation est interdite. →</td><td>Faire rechercher ces informations par les élèves.
Demander aux élèves de nommer les solvants synthétiques (diluants) qu'ils connaissent.
NB : Sans en connaître la nature précise, ils seront capables de citer quelques solvants organiques parmi les suivants : acétone, éther, tétrachlorure de carbone, trichloréthylène (« trichlo »), perchloréthylène. Ils citeront sans doute des solvants par leur appellation commerciale : thinner, white spirit, éther de pétrole (« naphta »).
Faire analyser par les élèves des étiquettes de solvants : identifier les pictogrammes et les phrases R et S.
Expériences à réaliser sous hotte
Introduire 1 mL d'une huile, d'une graisse, d'une peinture ou d'un vernis non aqueux dans des tubes à essais contenant 5 mL d'eau et agiter.
Observer le résultat.
Répéter l'expérience en introduisant les mêmes produits dans les tubes à essais contenant 5 mL :
1°) d'acétone ;
2°) de white spirit ;
3°) de thinner ;
4°) de trichloréthylène.
Observer les résultats.

NB : Voir A.R. du 02/12/93, publié au Moniteur belge du 29/12/93, Annexes I et V. Une copie de ces annexes figure en annexe de la publication « Chimie organique » de J-L. Bouxin & R. Vanwuytswinkel, rééditée par le Centre Technique et Pédagogique de la C.F. de Frameries en 1996.</td></tr>
</table>

THEME 2

L'effet de serre

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Qu'est-ce que l'effet de serre ?** • **Conséquences de l'effet de serre.**	Quelle est l'origine de l'appellation « effet de **serre** ». Une partie de l'énergie provenant du soleil (radiations visibles, UV et IR) est réfléchie par les gaz de la haute atmosphère, tandis qu'une autre fraction est absorbée par ces mêmes gaz. Le reste des radiations solaires (± 50%) traverse l'atmosphère et atteint la surface de la Terre. Celle-ci absorbe une partie du rayonnement solaire (absorption par les plantes vertes, réchauffement du sol et des océans, évaporation des eaux de surface…) et en réfléchit une partie. Certains gaz (voir tableau ci-après) de la haute atmosphère absorbent une partie du rayonnement réfléchi par la Terre et le renvoient par rayonnement vers celle-ci (essentiellement des radiations IR, donc de la chaleur). Ce phénomène a été qualifié d'effet de serre, car il est analogue à celui qui se produit dans une serre : la lumière solaire pénètre dans la serre, où elle est partiellement absorbée et partiellement réfléchie. Toutefois, les parois de la serre absorbent et réémettent une partie de ce rayonnement, le confinant à l'intérieur de la serre, ce qui provoque un réchauffement de l'air ambiant. Dans le cas de la serre du jardinier, le réchauffement de l'air ambiant est bien l'objectif recherché, mais à l'échelle de la planète, le *réchauffement global* qui en résulte a des conséquences dramatiques : modifications climatiques à grande échelle (modification des limites des zones climatiques, altération des courants aériens et océaniques, modification du régime des précipitations…), changements concomitants de la biodistribution de la faune et de la flore (extinction d'espèces, modification de l'habitat et migration d'espèces…), fonte des calottes polaires, des glaciers et élévation du niveau des mers et des océans.	Faire rechercher ces informations par les élèves. Site donnant des informations utiles : http://www.cea.fr/fr/pedagogie/EffetDeSerre/eds_1.htm recourir à un schéma pour décrire l'effet de serre. Définir le terme « biodistribution ».

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Les gaz responsables de l'effet de serre : données quantitatives**	Les gaz responsables de l'effet de serre. (tableau ci-dessous)	Faire analyser le tableau ci-contre par les élèves (individuellement ou par groupes) au départ des questions suivantes : a) Rechercher la signification des termes « biomasse » et « décomposition anaérobie ». b) 1°) Identifier l'agent principal responsable de l'effet de serre ; 2°) Comparer son pouvoir absorbant à celui des autres composés responsables de l'effet de serre et commenter. c) Parmi les agents répertoriés dans le tableau, identifier ceux qui ne sont pas d'origine naturelle (il s'agit donc de composés de synthèse = fabriqués par l'Homme). d) Parmi les gaz responsables de l'effet de serre, quels sont ceux qui sont issus des activités humaines (transports, industries, agriculture) ? Sur la base des données fournies, les élèves devraient être capables de formuler les trois commentaires suivants : ◦ Bien que son pouvoir absorbant soit faible comparé à celui des autres gaz à effet de serre (faible capacité d'absorption de la chaleur), le CO_2 apparaît comme le principal responsable du phénomène. ◦ Les CFC jouent un rôle non négligeable dans la genèse de l'effet de serre. ◦ Les agents responsables de l'effet de serre sont pour la plupart des produits provenant des activités humaines (utilisation massive d'engrais dans les cultures intensives, biomasse) et de la pollution (combustion de carburants, brouillard photochimique, aérosols).

Les gaz responsables de l'effet de serre.

Gaz	Source principale	Pouvoir absorbant relatif (*) (référence = CO_2)	Contribution relative au réchauffement global
H_2O	Evaporation des eaux de surface.	0,1	*négligeable*
CO_2	Combustion des carburants fossiles. Production de la biomasse.	1	*50%*
CH_4	Décomposition anaérobique de la matière organique (fermentation)	30	*18%*
NO_X (N_2O)	Production de la biomasse et décomposition des engrais organiques. Gaz d'échappement.	150	*6%*
O_3	Polluant secondaire des brouillards photochimiques (« smog » des villes polluées).	2000	*12%*
CFC (Fréon)	Agents réfrigérants des installations de réfrigération industrielles. Gaz vecteurs des aérosols (sprays).	10000 à 25000	*14%*

(*) Il s'agit du pouvoir d'absorption des radiations infrarouges (IR), c.-à-d. du rayonnement thermique. Il permet de comparer la capacité des différents gaz à « emmagasiner » la chaleur reçue.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Les gaz responsables de l'effet de serre : données qualitatives.**	Les données quantitatives du tableau précédent appellent quelques commentaires. ◦ Le dioxyde de carbone, alors qu'il ne représente que 0,03% de l'atmosphère terrestre et bien que son pouvoir absorbant soit relativement faible, constitue le premier responsable du réchauffement global. La raison se trouve dans une particularité de la molécule de CO_2. Contrairement aux autres gaz à effet de serre, les doubles liaisons présentes dans la molécule O=C=O absorbent et réémettent <u>sélectivement</u> les radiations <u>*dans le domaine de l'infrarouge*</u> (IR) (domaine des ondes « calorifiques »). Par contraste, la vapeur d'eau, un constituant 100 fois plus abondant que le CO_2 dans l'atmosphère, ne contribue pratiquement pas au réchauffement global. La raison se trouve aussi au niveau moléculaire : les liaisons présentes dans la molécule H_2O n'absorbent pas les radiations IR. ◦ La production de CO_2 a particulièrement augmenté au cours des deux derniers siècles, en raison, notamment : • de la consommation croissante des combustibles fossiles (consommation industrielle et circulation automobile) ; • de l'accroissement de la production de CO_2 par la biomasse comme conséquence de la pratique de cultures intensives ; ◦ Les chlorofluorocarbones (CFC) libérés par les aérosols ou lors de la destruction des appareils de réfrigération(les CFC ont été massivement utilisés comme gaz de réfrigération dans les réfrigérateurs) participent de manière importante à l'effet de serre. En outre, ils sont aussi incriminés dans la destruction de la couche d'ozones stratosphérique.	→ Voir complément d'information dans le THEME 3.
• **Les remèdes**	La lutte contre le réchauffement global implique la réduction de la production des gaz à effet de serre. Le protocole de KYOTO (initié en 2001) constitue un premier pas dans cette direction en programmant une réduction de la production de CO_2 due aux activités humaines. Ceci impose une réduction drastique de la consommation des combustibles fossiles (carburants pétroliers), laquelle ne fait pas consensus dans les pays industrialisés. Les CFC sont progressivement remplacés par des gaz ne contribuant pas à l'effet de serre, tandis que les aérosols sous pression sont remplacés par des propulseurs mécaniques.	

THEME 3

La déplétion de la couche d'ozone stratosphérique

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **L'ozone dans la haute atmosphère.**	L'ozone est une forme moléculaire particulière de l'oxygène qui répond à la formule O_3. La couche d'ozone se situe dans la stratosphère, entre 12 et 50 km d'altitude. Elle est constamment renouvelée par la concurrence entre les réactions de formation (1) et de décomposition (2). Dans les conditions naturelles, ces deux réactions sont en équilibre, de sorte que le taux de formation de l'ozone compense sont taux de disparition. La réaction (1) est initiée par les rayons UV solaires de haute fréquence (Uvb) : Réaction (1) : **$O{=}O \rightarrow 2\,O^{\bullet}$** (oxygène atomique) **$O^{\bullet} + O_2 \rightarrow O_3$** La réaction (2) est initiée par les rayons UV solaires de basse fréquence (Uva) : Réaction (2) : **$O_3 \rightarrow O_2 + O^{\bullet}$** **$O_3 + O^{\bullet} \rightarrow 2\,O_2$**	**Remarque importante :** Il est question ici de la destruction de l'ozone dans les couches supérieures de l'atmosphère terrestre, la stratosphère (entre 12 et 50 km d'altitude). Dans les couches inférieures de l'atmosphère, la troposphère (de 0 à 15 km d'altitude), on observe au contraire la formation d'ozone. Celle-ci est la conséquence de la pollution par les composés organiques volatils (COV) et par les oxydes d'azote (NO_X) du *brouillard photochimique* (smog) qui plane au-dessus des villes polluées par les gaz d'échappement. Les oxydes d'azote, plus particulièrement NO_2(g), en libérant des radicaux $O^{\bullet}$, provoquent la formation d'ozone O_3 au dépens de l'O_2 de l'air (cf. la 2ème équation de la Réaction (1) ci-contre).
• **Le rôle de l'ozone.** • **Le « trou » d'ozone.**	Etant donné que les deux réactions précédentes nécessitent l'absorption des radiations UV, l'effet majeur de l'ozone stratosphérique est de réduire l'intensité du rayonnement UV reçu par la Terre, en particulier, celle des rayons UV les plus dangereux (rayons UV de haute fréquence). La concentration en ozone de la stratosphère varie de manière saisonnière au-dessus des pôles (phénomène lié à la rotation de la Terre et aux variations saisonnières des mouvements atmosphériques de convection). Depuis la fin des années '70, on a constaté une réduction nette et progressive de la concentration en O_3 au-dessus des pôles : la couche d'ozone présente une zone centrale particulièrement appauvrie, qualifiée de « trou » d'ozone.	Sites donnant des informations utiles : • http://www.planetecologie.org/ENCYCLOPEDIE/EnvironEurope/2AIR/7ozone/0ozone.htm Ce site, édité par l'Université de Cambridge, fournit une animation (format MPGE) montrant l'évolution de la couche d'ozone antarctique (pôle sud) entre 1978 et 1991. • http://www.cnes.fr/html/_96_4138_4305_4309_.php Site géré par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). • http://fr.wikipedia.org/wiki/Couche_d'ozone Site de l'Encyclopédie en ligne WIKIPEDIA. On y trouve une bonne information générale sur le sujet.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Les agents responsables du « trou » d'ozone.**	Les agents responsables de la déplétion de la couche d'ozone stratosphérique sont : • les composés déjà évoqués à propos de l'effet de serre, à savoir les chlorofluorocarbones ou CFC. Les CFC sont des dérivés fluorochlorés du méthane, CH_4. Le plus connu – et le plus largement utilisé – est le Fréon, qui répond à la formule CCl_2F_2 soit : On estime que les CFC sont à l'origine de 70% de la perte d'ozone stratosphérique. Les CFC ont été utilisés de manière intensive depuis la fin des années '50 comme agents réfrigérants dans les frigidaires et comme gaz propulseurs dans les aérosols (sprays). Ils ont également été utilisés dans l'industrie des polymères, comme agent moussant pour produire l'expansion de certains matériaux plastiques (polystyrène expansé, mousse de polyuréthane, par exemple). • Les oxydes d'azote gazeux (N_2O, NO, NO_2, N_2O_3 et N_2O_5), plus simplement désignés par la formule générique NOx sont également incriminés, mais dans une moindre mesure. Ces dérivés proviennent des gaz d'échappement des moteurs à combustion interne (véhicules automobiles, moteurs industriels consommant des carburants pétroliers, moteurs d'avions…).	Recourir aux modèles moléculaires pour décrire les molécules de CH_4 et de Fréon. Expliquer le principe de fonctionnement d'un frigidaire, plus particulièrement le rôle du gaz réfrigérant. Montrer des échantillons de polymères expansés et expliquer le principe de la technique utilisée pour provoquer l'expansion lors de leur fabrication.

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Les mécanismes de destruction de la couche d'ozone**	Les mécanismes qui conduisent à la destruction de l'ozone ($2O_3 \rightarrow 3O_2$) sont complexes et ne sont d'ailleurs pas complètement élucidés. Il s'agit dans tous les cas de réactions radicalaires impliquant le chlore atomique, $Cl^{\bullet}$, ou l'oxygène atomique, $O^{\bullet}$, réactifs attaquant la molécule O_3. La réaction évolue par étapes, l'étape initiale étant la production des radicaux actifs $Cl^{\bullet}$ ou $O^{\bullet}$. Comme l'illustre le tableau ci-dessous, les CFC et les NO_x génèrent ces radicaux, sous l'effet des rayons UV solaires. <u>NB</u> : Les équations qui figurent dans le tableau ci-dessous sont les équations simplifiées des principales réactions en cause.	A ce stade, il est utile de présenter de manière imagée et simplifiée ce qu'est un radical ($Cl^{\bullet}$ ou $O^{\bullet}$). On empruntera la démarche suivante : a) Représenter la structure électronique de la couche valentielle du chlore dans la molécule Cl_2 : :Cl : Cl: ou |Cl—Cl| b) Sous l'effet des rayons UV, la molécule subit une rupture homolytique : chaque atome de chlore reprend son électron de liaison : :Cl : Cl: → :Cl° + •Cl: c) Notation conventionnelle : $Cl^{\bullet}$ d) Insister sur le fait que les radicaux libres comme $Cl^{\bullet}$ ou $O^{\bullet}$ sont extrêmement réactifs, en raison de la présence d'un électron libre. C'est la raison pour laquelle les corps simples hydrogène, oxygène, chlore ou azote n'existent à l'état naturel que sous la forme de molécules diatomiques: H_2, O_2, Cl_2, N_2.

	CFC	NOx
Exemples	Fréon = CCl2F2	NO2
Etape d'initiation	$CCl_2F_2 \xrightarrow{UV} CClF_2^{\bullet} + Cl^{\bullet}$	$NO_2 \xrightarrow{UV} NO + O^{\bullet}$
Destruction de l'ozone	$Cl^{\bullet} + O_3 \rightarrow ClO^{\bullet} + O_2$ $ClO^{\bullet} + O_3 \rightarrow Cl^{\bullet} + 2O_2$	$O^{\bullet} + O_3 \rightarrow 2O_2$
Bilan	$CCl_2F_2 + 2O_3 \rightarrow CClF_2^{\bullet} + Cl^{\bullet} + 3O_2$	$NO_2+O_3 \rightarrow NO+NO_2$

Comme signalé précédemment, les CFC sont les principaux agents de la destruction de l'ozone stratosphérique. Ce fait s'explique, d'une part par la sensibilité de la liaison C-Cl aux rayons UV, ce qui conduit à la formation de chlore atomique $Cl^{\bullet}$ extrêmement réactif (étape d'initiation), et d'autre part par le fait que les radicaux $Cl^{\bullet}$ consommés sont régénérés à la fin du cycle. Ils ont donc un *rôle catalytique* et entretiennent une réaction en chaîne. Ainsi, compte tenu de la durée de vie moyenne des radicaux $Cl^{\bullet}$ dans la basse stratosphère (jusqu'à 10 ans !), on estime qu'au départ d'un atome de chlore $Cl^{\bullet}$, 100.000 molécules d'ozone seront détruites. En outre, la durée de vie des CFC étant de l'ordre d'une centaine d'années, leur éradication complète ne marquera ses effets positifs sur la couche d'ozone qu'après 2080 !

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Conséquences de la déplétion de la couche d'ozone.**	L'effet majeur de la déplétion de la couche d'ozone stratosphérique est de priver la Terre de son bouclier naturel contre les radiations UV de haute fréquence, les plus énergétiques, donc les plus dangereuses. Les dommages produits par les rayons UV touchent directement les cellules, plus particulièrement le noyau, et altèrent le matériel génétique. Il en résulte un risque accru de développement de cancers cutanés (mélanome) et d'accidents liés à un excès de rayonnement UV (vieillissement prématuré de la peau, réactions allergiques). La faune et la flore ne sont pas épargnées par ces atteintes cellulaires (inhibition de la photosynthèse, de la croissance, raréfaction du phytoplancton…). La déplétion de la couche d'ozone entraîne également des modifications climatiques en modifiant les courants de convection stratosphériques (altération du régime des vents et des courants océaniques). La recrudescence des cyclones et des tsunamis en serait l'une des conséquences.	
• **Les remèdes**	La lutte contre la destruction de la couche d'ozone passe forcément par la réduction, sinon l'élimination, des agents responsables. • Les CFC : ils sont presque complètement éliminés des domaines dans lesquels ils étaient utilisés et remplacés par des produits alternatifs (Protocole de MONTREAL, 1987). Ces produits sont, entre autres, les fluorocarbones, qui, tout en ayant les propriétés des CFC n'en présentent pas les inconvénients (fragilité aux UV de la liaison chlorocarbonée, C-Cl), la liaison C-F étant beaucoup plus résistante que la liaison C-Cl. Les hydrochlorofluorocarbones (HCFC) représentent également une alternative intéressante. Ces composés sont des analogues des CFC dans lesquels subsistent de l'hydrogène ($CHClF_2$ et CH_2ClF, par exemple). Ils réagissent assez facilement avec les radicaux $OH^{\bullet}$ présents dans l'atmosphère et sont ainsi détruits avant d'avoir pu atteindre la stratosphère. • Les NOx : la réduction de leur émission par les moteurs à explosion est obtenue par l'utilisation de pots d'échappement catalytiques. Si cette technique est assez performante dans le domaine de l'automobile, elle est plus difficile à mettre en œuvre au niveau des installations industrielles : les problèmes techniques s'avèrent ardus et le coût de ces dispositifs reste élevé.	

PHYSIQUE

THEME 1

Les ondes

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Introduction**	Propagation d'une onde, vitesse. Energie et propagation d'énergie . Ondes transversales et longitudinales. Période et fréquence d'une oscillation périodique, longueur d'onde. Propriétés générales : réflexion, réfraction, diffraction, dispersion, interférences, régime stationnaire, résonance.	Une seule loi numérique sera énoncée dans la partie du cours consacrée aux ondes, λ=v T ; elle permettra de donner des ordres de grandeur de longueur d'onde. Le reste du thème sera vu de manière qualitative et sera obligatoirement illustré de nombreuses expériences : corde vibrante, long ressort (slinky), cuve à ondes, tuyaux sonores, interférences sonores détectées avec un micro et visualisées à l'aide d'un oscilloscope,…
• **Acoustique**	Perception des sons par l'oreille humaine : fréquences audibles, infrasons et ultrasons ; définition du décibel. Instruments de musique : corde vibrante, tuyau sonore, membrane vibrante (fréquence propre, résonance, caisse de résonance). Effet Doppler, application en médecine (explication qualitative). Principe de numérisation (échantillonnage) d'un enregistrement audio (CD).	L'échelle décibel peut être expliquée de manière qualitative. Par exemple : 10 instrumentistes jouant de la même façon (x10) produisent une intensité sonore augmentée de 10 dB (+10). Il faut bien entendu préciser à quoi correspondent 0dB (pas le silence) et 90dB. La loi (log) ne doit pas être obligatoirement écrite. Les différents points mentionnés dans la partie acoustique seront plus ou moins développés en fonction du temps disponible. Si le professeur le juge indispensable, certains pourront être omis. Le document du CAF « Les ondes au niveau B », destiné au cours de 6e sciences de base, peut aider le professeur lors de ses préparations.

THEME 2

Les ondes électromagnétiques

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Introduction**	Cette introduction doit être vue si le thème 1 n'a pas été choisi. Voir thème 1.	Si le thème 1 n'a pas été vu, ce thème débutera obligatoirement par une introduction aux ondes.
• **Ondes électromagnétiques**	Optique : propriétés générales de la lumière (réflexion, réfraction, diffraction, interférences). Polarisation (facultatif). Fréquence d'une onde lumineuse (monochromatique) et couleur. Lumière d'autres couleurs (non monochromatiques, mélanges de fréquences). Infrarouge et ultraviolet. Ondes électromagnétiques de fréquences non visibles. Ondes GSM et four à micro ondes ; autre gammes d'ondes. Le laser (explication qualitative du principe de fonctionnement et applications).	La partie consacrée aux ondes électromagnétiques doit commencer par une étude des ondes lumineuses. Les différentes propriétés de la lumière permettent d'émettre l'hypothèse que c'est une onde. On peut ensuite parler de sa fréquence, l'associer à la couleur puis quitter le spectre visible pour introduire le reste des ondes électromagnétiques.

THEME 3

L'univers

NOTIONS	MOTS-CLES – EXPLICITATION DES NOTIONS	REMARQUES / COMMENTAIRES
• **Structure de l'univers** • **Les forces à l'œuvre dans l'univers** • **Evolution de l'univers** • **La vie ailleurs dans l'univers**	Le système solaire. Notre Galaxie, amas de galaxies, univers en expansion. Gravitation. Forces électriques et nucléaires (rappel : fusion nucléaire). Théorie du Big Bang. La vie existe-t-elle ailleurs que sur Terre ? Quel est le point actuel des connaissances ? Dans le système solaire. Détection d'exoplanètes.	Le professeur choisira de développer telle ou telle partie de ce thème en fonction des possibilités et des intérêts de chacun. Certains points peuvent faire l'objet d'un travail de recherche, à condition qu'il soit bien encadré par des consignes précises (questions) (par exemple sur les exoplanètes, voir situations d'apprentissage). On pourra faire référence aux projets SETI et SETI@home. Divers documents audiovisuels de qualité peuvent être projetés. L'aspect historique des connaissances astronomiques peut également être exposé ou faire l'objet d'un travail en classe (par exemple basé sur des textes anciens). On pourra se référer au CD Rom « Un album photo de l'univers » accompagnant le livre « Introduction à la physique moderne » de M. Bellemans, disponible au centre technique et se trouvant normalement dans toutes les écoles. Site Internet utiles : http://media4.obspm.fr/exoplanetes/ http://fr.wikipedia.org/wiki/SETI http://setileague.free.fr/index.html

ADRESSES UTILES

- **PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT ORGANISE PAR LA C.F.**

Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique (A.G.E.R.S.). Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en pédagogie et du Pilotage de l'enseignement organisé par la Communauté française. Direction « Méthodes – Expériences pédagogiques – Programmes – Documentation et statistique pédagogique », Boulevard du Jardin botanique, 20-22 1000 BRUXELLES
Tél. : 02/690.81.20 – 02/690.81.21   Fax : 02/690.81.34

- **CENTRE D'AUTOFORMATION DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE (C.A.F.)**

Centre de documentation de l'Enseignement du réseau de la CF. – Aide personnalisée
La Neuville, 1 – 4500 TIHANGE (HUY)
Tél. : Secrétariat : 085/27.13.60 – Tél. Service vente publications : 085/27.13.63

SITES WEB

- BIOLOGIE : BIODIDAC
- CHIMIE : DIDACHIM
- PHYSIQUE : « Pages de Physique »

Ces sites sont accessibles via le site du CAF : http://www.lecaf.be/entree.htm

- **CENTRE TECHNIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTE FRANCAISE**

Publications – matériel scientifique – Aide personnalisée.
Route de Bavay, 70 – 7080 Frameries – Tél. : 065/66.73.22 – 67.62.61

- **ASSOCIATION DES PROFESSEURS DE BIOLOGIE**

29 rue Vautier   1000 BRUXELLES
PERIODIQUE TRIMESTRIEL : PROBIO revue
http://www.probio.be
c/o M. Gérard Cobut, Mme J. Mignolet
Tél. 32 (0) 2 627 42 44 ; Fax : 32 (0) 10 61 22 80
E-Mail : info@probio.be

- **ASSOCIATION BELGE DES PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE (A.B.P.P.C)**

Site : www.umh.ac.be/abppc/
PERIODIQUE TRIMESTRIEL (bulletin de l'ABPPC)
Trésorier : M. Alain BRIBOSIA, Rue de la Couture, 51, 5570 BEAURAING
Tél. : 082/71.10.70